

Application No. 10/544,234

Attachment B

CSP/MCM Mounting Technology
Pages 182 - 185

表-1 接続特性評価用部材の仕様

構 成	仕 様	内 容
チ ッ プ	サイズ Au パンプ パンプピッチ	10.2mm × 10.2mm 184個 200μm
基 板 (ガ ラ ス エ ポ キ シ)	MCL-E-679 導体 (Cu+Ni+Au) 高さ 四端子接続抵抗測定点 デイジーチェーン測定	0.8mmt 20μmt 8 個 176パンプ
フ リ ッ プ タ ッ ク	フィルム構成 粒子	機能分離型 2 層構成 Ni 粒子 (平均粒径3μm)

表-2 接続条件

温度	180℃
圧力	100MPa (パンプ総面積あたりの圧力)
時間	20秒

電粒子は電極間に捕捉され、捕捉された導電粒子によってチップのパンプと基板電極とを電気的に接続できる。

フリップタックの設計指針

ガラスエポキシ基板をはじめとする有機基板へのベアチップ実装において、フリップタックは加熱して硬化するため、接続後、室温に戻したとき IC チップと基板はそれぞれの熱膨張係数の差に基づく応力によって反りを生じる。特に冷熱サイクル試験下では、図-2 に示すようにこの反り変形を繰り返すことになり、それぞれの接着界面には応力が繰り返し加わる。その結果、接着界面では剥離を生じて、接続不良の原因となってしまう。したがって、接着を保持し接続信頼性を得るためには、接着界面での応力低減と接着強度の向上が必要である。

また、半導体実装分野の信頼性評価条件は、これまで広く検討されてきている液晶パネル実装に比べて厳しくなる。具体的には、冷熱サイクル試験の温度幅の拡大、PCT の付加、さらに表面実装部品搭載に対応するため耐 IR リフロー性が要求される。そこで、異方導電材料をフリップチップ実装に適用するため、接着剤の低弾性率化と同時に、耐湿接着強度および耐熱性の向上を図った^{7),8)}。

その結果、開発品は、改良前には2,500MPa 程度であった接着剤の弾性率を1,500Mpa 程度まで低減し、プレッシャ・クッカ試験 (PCT: 121℃/100%RH) 24h 後のせん断接着強度も従来品の約2倍に向上させることができた⁸⁾。

吸湿IRリフロー処理条件：
吸湿処理 (85℃/85%RH, 168h) 後、
IRリフロー (ピーク温度：240℃) 処理2回

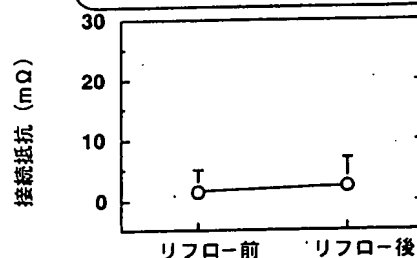


図-3 吸湿 IR リフロー処理前後の接続抵抗変化

5. フリップタックの接続特性

フリップタックの接続特性の評価は、表-1 に示す仕様の IC チップと PWB および FPC を用い、表-2 に示す条件下でフリップチップ接続することによって行った。

5.1 接続抵抗と電流容量

フリップタックの接続抵抗値 (定電流 (1mA) を通電し、四端子法によって求めた⁹⁾) は、表-2 に示す標準接続条件で接続した場合、10mΩ 以下である。また、フリップタック接続部 (端子サイズ: 80 μm □) の電流-電圧特性の結果から、少なくとも1端子あたりの電流容量は2,000mA 以上であることを明らかにしている⁹⁾。比較的大きな電流を流す MPU (Microprocessing Unit) などの LSI でも 100mA 程度であることから、本方式は LSI の接続に利用できるものと期待できる。

5.2 接続信頼性

5.2.1 接続抵抗

フリップタックによる接続は加熱・加圧によって行うため、実際に PWB や FPC にフリップチップ実装する際

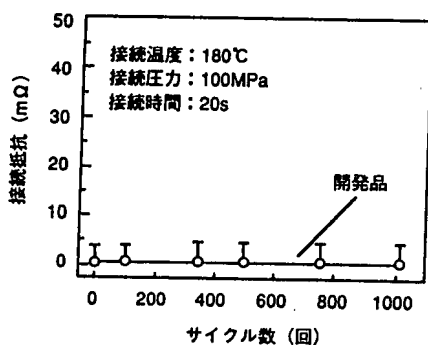


図-4 IR リフロー処理(2回)後の冷熱サイクル試験 (-55~125℃)と接続抵抗の関係

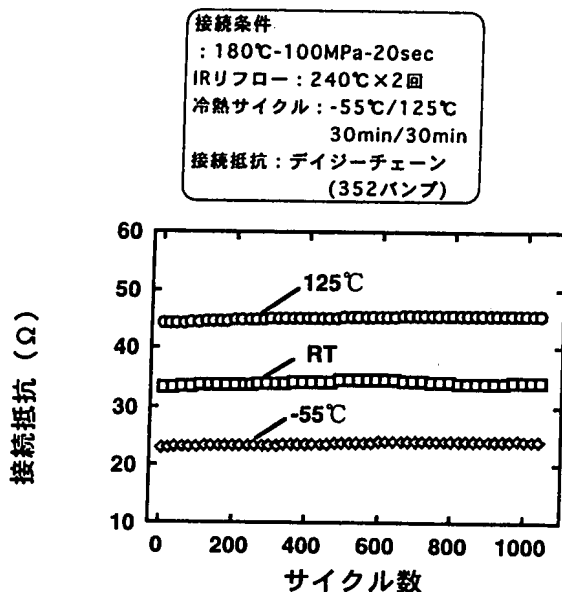


図-5 IR リフロー処理(2回)後のin-situ 冷熱サイクル試験

には、他のはんだ実装部品を搭載する前に接続を行う方が工程上有利であるが、この場合フリップタックには耐IRリフロー性が要求される。開発したフリップタックは、低弾性率化されているため、IRリフロー処理(ピーク温度240℃, 2回)後のチップ反りが従来品に比べて小さい⁴⁾。また、前項で述べたように接着強度も向上していることから図-3に示すように吸湿後のIRリフロー処理を行った後も接続抵抗変化はほとんどなく、良好な耐IRリフロー性を有していることを確認した。

ついで、本方式で作製したサンプルについて冷熱サイクル試験(-55℃~125℃)を行った。得られた結果を図-4に示す。この図から、1,000サイクル後においても接続抵抗は、10mΩ以下であり、目標の50mΩ以下を満足した⁷⁾。

フリップタックは、機械的接触でパンプと基板電極間

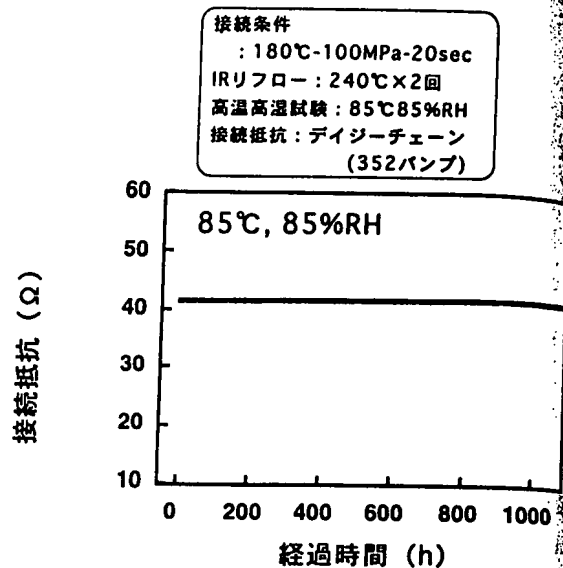


図-6 IR リフロー処理(2回)後のin-situ 高温高湿試験

の電氣的導通を確保しており、特に高温環境下では接着剤の熱膨張や硬化収縮力の緩和による導通不良が危惧される。そのため、冷熱サイクル試験中でも、フリップタックによる接続が保持されていることを明らかにする必要がある。そこで、接続抵抗を冷熱サイクル試験の間連続して測定した。その結果を図-5に示す。このとき、多数のパンプの接続状態を同時に観察するため、各接続部分が直列配線となるように、チップの配線と基板の配線とをデイジーチェーン構造で結んだ評価用部材を用いた。この図から明らかなように、接続抵抗は、回路の抵抗を含めて測定しているので、回路を構成する金属の体積抵抗率における温度係数にしたがって、高温時には高く、低温時には低い値を示す。開発品では、所定の温度でそれぞれ一定の接続抵抗値を示していることから、試験中に接続不良を発生することはない、冷熱サイクル試験の面で大きな課題がないことを確認した。

また、耐湿性を確認するために冷熱サイクル試験と同様、接続抵抗を高温・高湿試験(85℃/85%RH, 1,000h)の間連続して測定した。結果を図-6に示す。この図から高温・高湿試験中においても接続抵抗値は安定していることがわかる。さらに、PCT(121℃/100%RH)では200h経過後も接続抵抗は10mΩ以下を保持していることを明らかにしており、フリップタックは耐湿性の点でも優れていることを確認した。

図-7に接続部の断面写真を示す。この写真から、導電粒子のNi粒子はチップのAuパンプおよび基板電極に食い込んでいることがわかる。この食い込みが図-4から

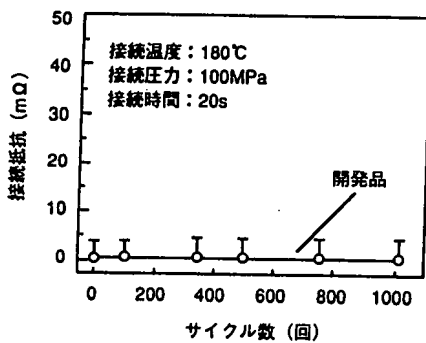


図-4 IRリフロー処理(2回)後の冷熱サイクル試験 (-55~125℃)と接続抵抗の関係

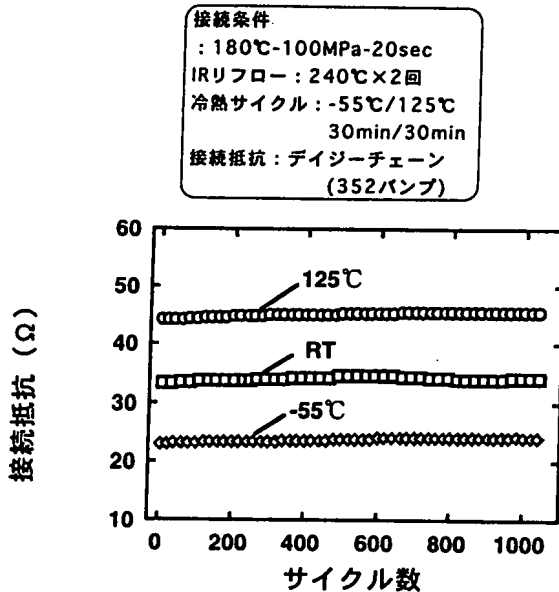


図-5 IRリフロー処理(2回)後のin-situ冷熱サイクル試験

には、他ののはんだ実装部品を搭載する前に接続を行う方が工程上有利であるが、この場合フリップタックには耐IRリフロー性が要求される。開発したフリップタックは、低弾性率化されているため、IRリフロー処理（ピーク温度240℃、2回）後のチップ反りが従来品に比べて小さい。また、前項で述べたように接着強度も向上していることから図-3に示すように吸湿後のIRリフロー処理を行った後でも接続抵抗変化はほとんどなく、良好な耐IRリフロー性を有していることを確認した。

ついで、本方式で作製したサンプルについて冷熱サイクル試験（-55℃～125℃）を行った。得られた結果を図-4に示す。この図から、1,000サイクル後においても接続抵抗は、10mΩ以下であり、目標の50mΩ以下を満足した。

フリップタックは、機械的接触でパンプと基板電極間

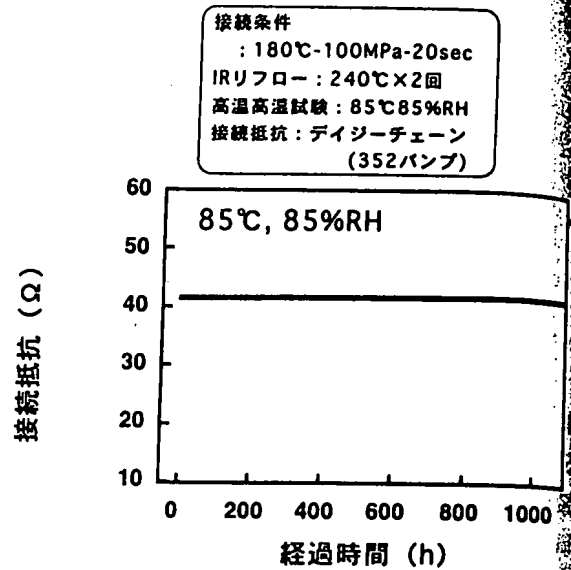


図-6 IRリフロー処理(2回)後のin-situ高温高湿試験

の電氣的導通を確保しており、特に高温環境下では接着剤の熱膨張や硬化収縮力の緩和による導通不良が危惧される。そのため、冷熱サイクル試験中でも、フリップタックによる接続が保持されていることを明らかにする必要がある。そこで、接続抵抗を冷熱サイクル試験の間連続して測定した。その結果を図-5に示す。このとき、多数のパンプの接続状態を同時に観察するため、各接続部分が直列配線となるように、チップの配線と基板の配線とをデイジーチェーン構造で結んだ評価用部材を用いた。この図から明らかなように、接続抵抗は、回路の抵抗を含めて測定しているため、回路を構成する金属の体積抵抗率における温度係数にしたがって、高温時には高く、低温時には低い値を示す。開発品では、所定の温度でそれぞれ一定の接続抵抗値を示していることから、試験中に接続不良を発生することなく、冷熱サイクル試験の面で大きな課題がないことを確認した。

また、耐湿性を確認するために冷熱サイクル試験と同様、接続抵抗を高温・高湿試験（85℃/85%RH、1,000h）の間連続して測定した。結果を図-6に示す。この図から高温・高湿試験中においても接続抵抗値は安定していることがわかる。さらに、PCT（121℃/100%RH）では200h経過後も接続抵抗は10mΩ以下を保持していることを明らかにしており、フリップタックは耐湿性の点でも優れていることを確認した。

図-7に接続部の断面写真を示す。この写真から、導電粒子のNi粒子はチップのAuパンプおよび基板電極に食い込んでいることがわかる。この食い込みが図-4から

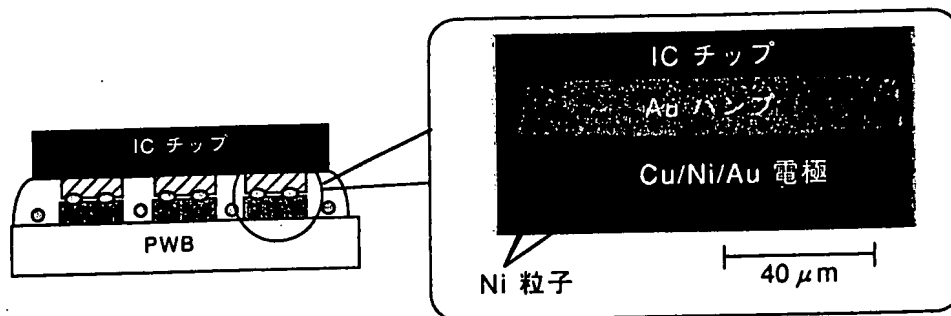


図-7 フリップタックによる接続部断面の走査型電子顕微鏡像

図6に示した高信頼性に寄与していると推定している。

2.2 絶縁特性

フリップチップ接続部の X-Y 方向の電極間 (電極間スペース: $30\mu\text{m}$) の絶縁特性を調べるため、5V バイアスで高温・高湿試験を行った。その結果、1,300h 経過後も目標とする $10^4\Omega$ 以上を満足することがわかった。

6. 今後の展開

狭ピッチ対応、高信頼性フリップチップ接続用異方導電材料「フリップタック」を開発した。この材料を用いてフリップチップ接続するとアンダーフィル工程が不要で一括接続できるため、工程短縮が可能で、しかも鉛を使用していないので環境に優しいという特長がある。

フリップチップ実装は、半導体の高周波数化に対応した実装方式として有利であり、異方導電材料によるフリップチップ実装の高周波特性の検討も最近進められている⁹⁾。スウェーデンの IVF では、ACF 方式が 20GHz まではんだ接続方式と同等の高周波特性を示すことを報告している他、筆者らもフリップタックが良好な高周波特性を示すことを明らかにしている¹⁰⁾。最近、吉田らはノート型パソコン用 CPU モジュールの 4 個のキャッシュメモリ

実装にフリップタックによるフリップチップ実装を採用¹¹⁾しており、今後フリップタックは CSP (Chip Size Package) や MCM (Multi Chip Module) などの接続材料としての適用が期待されている。

〔渡辺伊津夫〕

参考文献

- 1) 頼ら：第6回 MES '95, 151(1995).
- 2) Y. Bessho et al.: ISHM '95 Proceedings, 359(1995).
- 3) 山口ら：サーキットテクノロジー, Vol. 4, 362(1989).
- 4) 塚越ら：日立化成テクニカルレポート, No.22, 13(1994).
- 5) 渡辺ら：日立化成テクニカルレポート, No.26, 13(1996).
- 6) I. Watanabe et al.: Flip Chip Technologies edited by J. H. Lau, McGraw-Hill, New York, 301(1996).
- 7) I. Watanabe et al.: IMC 1996 Proceedings, Omiya, 328(1996).
- 8) A. Nagai et al.: IEMT/ IMC 1998 Proceedings, Omiya, 353(1998).
- 9) M. Dernevik et al.: Advances in Electronic Packaging 1997, Vol. 177(1997).
- 10) K. Otsuka, I. Watanabe and K. Takemura: Proceedings of Adhesives in Electronics '96(1996).
- 11) 吉田ら：回路実装学会誌, Vol.12(7), 473(1997).



SCIENCE
FORUM **CSP/MCM実装テクノロジー**

1999年6月30日 第1版第1刷発行

書籍コード No.0245

ISBN4-916164-27-X C3055 ¥43000E

編集委員 西 邦彦
萩本英二

発行人 元山裕孝

発行元 株式会社 **サイエンスフォーラム**

〒113-0033 東京都文京区本郷2-40-14

Tel. (03) 5689-5611 Fax. (03) 5689-5622

©1999 Printed in Japan

禁複製

価格 43,000円(税別)

落丁・乱丁本はお取替えいたします。

装幀 (株)スマイル企画 制作協力 (株)アート 印刷所 アイコー企画印刷(株) 製本所 東和製本(株)